

502p00054500

JC879 U.S. PRO
10/04/3919
01/08/02

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 1月10日

出願番号

Application Number:

特願2001-003001

出願人

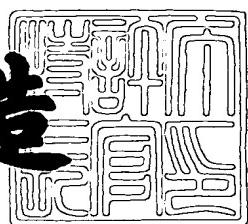
Applicant(s):

ソニー株式会社

2001年11月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3105510

【書類名】 特許願
【整理番号】 0000975804
【提出日】 平成13年 1月10日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02F 01/01
【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内
【氏名】 石川 博一
【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内
【氏名】 牧野 拓也
【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内
【氏名】 渡邊 秀則
【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内
【氏名】 本庄 順治
【特許出願人】
【識別番号】 000002185
【氏名又は名称】 ソニー株式会社
【代理人】
【識別番号】 100098785
【弁理士】
【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

特2001-003001

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019482

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708092

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学多層構造体およびその製造方法、光スイッチング素子、並びに画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にし
て架橋構造の光学薄膜を有し、前記光学薄膜の前記基板方向への変位に応じて、
入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体であって

前記光学薄膜は、可動部と、前記間隙部を囲むように前記可動部の周縁を一様
に支持する支持部とを有する

ことを特徴とする光学多層構造体。

【請求項2】 更に、前記基板に接するよう一方の電極となる導電層が設け
られ、かつ、前記導電層に対向する位置に他方の電極として前記光学薄膜が設け
られている

ことを特徴とする請求項1記載の光学多層構造体。

【請求項3】 前記光学薄膜の可動部の平面形状が矩形である
ことを特徴とする請求項1記載の光学多層構造体。

【請求項4】 前記光学薄膜の可動部の平面形状が円形または楕円形である
ことを特徴とする請求項1記載の光学多層構造体。

【請求項5】 前記光学薄膜の支持部は、前記基板の表面に対して傾斜して
いる

ことを特徴とする請求項1記載の光学多層構造体。

【請求項6】 前記光学薄膜の可動部または支持部の少なくとも一方に、前
記間隙部に連通する貫通孔を有する

ことを特徴とする請求項1記載の光学多層構造体。

【請求項7】 前記光学薄膜の矩形状の可動部の角部に対応する位置に切欠
部が形成されている

ことを特徴とする請求項3記載の光学多層構造体。

【請求項8】 前記導電層および前記光学薄膜のうちの少なくとも一方は、

互いに光学的特性の異なる2以上の層により構成された複合層であることを特徴とする請求項2記載の光学多層構造体。

【請求項9】 更に、前記間隙部の光学的な大きさを変化させる駆動手段を有し、前記駆動手段によって前記間隙部の大きさを変化させることにより、前記基板側もしくは前記基板とは反対側より入射した光の反射もしくは透過の量を変化させる

ことを特徴とする請求項2記載の光学多層構造体。

【請求項10】 前記駆動手段は、前記導電層および前記光学薄膜への電圧の印加によって発生した静電力により、前記間隙部の光学的な大きさを変化させるものである

ことを特徴とする請求項9記載の光学多層構造体。

【請求項11】 前記導電層および前記光学薄膜またはその一部は、ITO, SnO₂およびZnOのうちのいずれかにより形成されている
ことを特徴とする請求項10記載の光学多層構造体。

【請求項12】 前記駆動手段は、磁力を用いて前記間隙部の光学的な大きさを変化させるものである

ことを特徴とする請求項9記載の光学多層構造体。

【請求項13】 基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間に架橋構造の光学薄膜を有し、前記光学薄膜の前記基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体の製造方法であって、

基板上に、所定の膜厚の犠牲層のパターンを形成し、前記犠牲層の表面および側面部を覆うと共に前記犠牲層に達するエッティング用の貫通孔を有する光学薄膜を形成する工程と、

前記貫通孔を通してエッティングすることにより前記犠牲層を選択的に除去し、前記光学薄膜に、可動部と、前記間隙部を囲むように前記可動部の周縁を一様に支持する支持部とを形成する工程と

を含むことを特徴とする光学多層構造体の製造方法。

【請求項14】 前記光学薄膜の平面形状を矩形状とし、前記光学薄膜に貫

通孔を形成する工程において、同時に、前記矩形状の光学薄膜の角部に対応する位置に応力緩和用の切欠部を形成する

ことを特徴とする請求項13記載の光学多層構造体の製造方法。

【請求項15】 基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、前記光学薄膜の前記基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体と、

この光学多層構造体の間隙部の光学的な大きさを変化させるための駆動手段とを備えた光スイッチング素子であって、

前記光学薄膜が、可動部と、前記間隙部を囲むように前記可動部の周縁を一様に支持する支持部とを有する

ことを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項16】 上記光学多層構造体が1次元または2次元アレイ状に配列されている

ことを特徴とする請求項15記載の光スイッチング素子。

【請求項17】 1次元または2次元に配列された複数の光スイッチング素子に光を照射することで2次元画像を表示する画像表示装置であって、

前記光スイッチング素子は、

基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間に架橋構造の光学薄膜を有し、前記光学薄膜の前記基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体と、

この光学多層構造体の間隙部の光学的な大きさを変化させるための駆動手段とを備え、かつ、

前記光学薄膜が、可動部と、前記間隙部を囲むように前記可動部の周縁を一様に支持する支持部とを有する

ことを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入射光を反射若しくは透過させる機能を有する光学多層構造体およ

びその製造方法、この光学多層構造体を用いた光スイッチング素子並びに画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、映像情報の表示デバイスとしてのディスプレイの重要性が高まっており、このディスプレイ用の素子として、更には、光通信、光記憶装置、光プリンタなどの素子として、高速で動作する光スイッチング素子（ライトバルブ）の開発が要望されている。従来、この種の素子としては、液晶を用いたもの、マイクロミラーを用いたもの（DMD；Digital Micro Mirror Device、ディジタルマイクロミラーデバイス、テキサスインスツルメンツ社の登録商標）、回折格子を用いたもの（GLV：Grating Light Valve、グレーティングライトバルブ、SLM（シリコンライトマシン）社）等がある。

【0003】

GLVは回折格子をMEMS（Micro Electro Mechanical Systems）構造で作製し、静電力で10nsの高速ライトスイッチング素子を実現している。DMDは同じくMEMS構造でミラーを動かすことによりスイッチングを行うものである。これらのデバイスを用いてプロジェクタ等のディスプレイを実現できるものの、液晶とDMDは動作速度が遅いために、ライトバルブとしてディスプレイを実現するためには2次元配列としなければならず、構造が複雑となる。一方、GLVは高速駆動型であるので、1次元アレイを走査することでプロジェクションディスプレイを実現することができる。

【0004】

しかしながら、GLVは回折格子構造であるので、1ピクセルに対して6つの素子を作り込んだり、2方向に出た回折光を何らかの光学系で1つにまとめる必要があるなどの複雑さがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このようなことから、本出願人と同一出願人は、先に、簡単な構成で、小型軽量であると共に、構成材料の選択にも自由度があり、可視光領域においても高速

応答が可能であって、画像表示装置に好適に用いることができる光学多層構造体を提案している（例えば、特願2000-200882、特願2000-202831および特願2000-219599）。

【0006】

図17は、上記提案のうち、例えば特願2000-200882に係る光学多層構造体を用いた光スイッチング装置100の構成の一例を表すものである。この光スイッチング装置100は、例えばガラスからなる透明基板101上に複数（図では4個）の光スイッチング素子100A～100Dを一次元アレイ状に配設したものである。なお、1次元に限らず、2次元に配列した構成としてもよい。この光スイッチング装置100では、透明基板101の表面の一方向（素子配列方向）に沿って例えばTiO₂膜102が形成されている。TiO₂膜102上には、例えばITO（Indium-Tin Oxide：インジウムとスズの酸化物混合膜）膜103が形成されている。

【0007】

透明基板101上には、TiO₂膜102およびITO膜103に対して直交する方向に、複数本のBi₂O₃膜105が配設されている。Bi₂O₃膜105の外側には透明導電膜としてのITO膜106が形成されている。これらITO膜106およびBi₂O₃膜105は、ITO膜103を跨ぐ位置において架橋構造となっている。ITO膜103とITO膜106との間には、スイッチング動作（オン・オフ）に応じてその大きさが変化する間隙部104が設けられている。間隙部104の光学膜厚は、入射光の波長（λ = 550 nm）に対しては、例えば「λ/4」（137.5 nm）と「0」との間で変化するようになっている。

【0008】

光スイッチング素子100A～100Dは、透明導電膜（ITO膜103、106）への電圧印加による電位差で生じた静電引力によって、間隙部104の光学膜厚を、例えば「λ/4」と「0」との間で切り替える。図17では、光スイッチング素子100A、100Cが間隙部104が「0」の状態（すなわち、低反射状態）、光スイッチング素子100B、100Dが間隙部104が「λ/4

」の状態（すなわち、高反射状態）を示している。

【0009】

この光スイッチング装置100では、ITO膜103を接地して電位を0Vとし、ITO膜106に例えば+12Vの電圧を印加すると、その電位差によりITO膜103、106間に静電引力が発生し、光スイッチング素子100A、100CのようにITO膜103、106が密着し、間隙部104が「0」の状態となる。この状態では、入射光P₁は上記光スイッチング素子を透過し、更に透明基板101を通過して透過光P₂となる。

【0010】

次に、ITO膜106を接地させ電位を0Vにすると、ITO膜103、106の静電引力がなくなり、図17では光スイッチング素子100B、100DのようにITO膜103、106間が離間して、間隙部104が「λ/4」の状態となる。この状態では、入射光P₁は反射され、反射光P₃となる。

【0011】

このようにして、光スイッチング装置100では、光スイッチング素子100A～100D各々において、入射光P₁を静電力により間隙部を2値に切り替えることによって、反射光がない状態と反射光P₃が発生する状態の2値に切り替えて取り出すことができる。勿論、前述のように間隙部の大きさを連続的に変化させることにより、入射光P₁を反射がない状態から反射光P₃が発生する状態に連続的に切り替えることも可能である。

【0012】

ところで、上記提案に係る光学多層構造体では、いずれも、可動部の光学薄膜（メンブレン）は上述の酸化ビスマス（Bi₂O₃）や窒化シリコン（Si₃N₄）等により形成され、その構造は平面形状が矩形のブリッジ（架橋）状であり、その短辺の2辺が支持部となり、他の二辺（長辺）は自由端となっている。

【0013】

図18も、また、このような光学多層構造体の従来の一般的な断面構成例を表すものである。この光学多層構造体110は、ガラス基板111上に下部電極としてCr膜112が形成され、このCr膜112上に間隙部114を間に架

橋構造のSi₃N₄膜（光学薄膜）113が形成されている。この光学薄膜113では、その短辺113A, 113Bに可動部113Cを支える支持部113A, 113Bが設けられている。可動部113Cには図示しないが下部電極に対応して上部電極が形成されている。

【0014】

このような架橋構造の光学薄膜113は、基板上に予めアモルファスシリコン等の図示しない犠牲層を形成しておき、この犠牲層の上に光学薄膜113を形成した後、犠牲層を選択的にエッティングすることにより作製される。そして、この犠牲層エッティングの際には、光学薄膜113の材料の内部応力として引張応力を持たせている。これは光学薄膜113を張り、その平坦度を向上させるためであり、圧縮応力を持たせると可動部113Cが太鼓橋状になってしまふからである。

【0015】

しかしながら、この光学薄膜113において、短辺113A, 113Bのみが固定端となっているため、可動部113Cの内部応力が等方的な引張応力であると、可動部113Cは長手方向に張られると同時に、可動部113Cの幅方向の引張応力によって光学薄膜113が幅方向に歪む現象が生ずるという問題があった。なお、平面形状が正方形の光学薄膜113に、U型の支持部を設けた構造も提案されている（米国特許公報第5, 500, 761号）が、このような光学薄膜においても、内部応力によって歪んでしまうことは容易に想像できる。

【0016】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することのできる光学多層構造体およびその製造方法を提供することにある。

【0017】

また、本発明の第2の目的は、上記光学多層構造体を用いて、安定した高速応答が可能な光スイッチング素子および画像表示装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明による光学多層構造体は、基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、光学薄膜の基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させるもので、光学薄膜が、可動部と、間隙部を囲むように可動部の周縁を一様に支持する支持部とを有する構成としたものである。

【0019】

本発明による光学多層構造体の製造方法は、基板上に、所定の膜厚の犠牲層のパターンを形成し、犠牲層の表面および側面部を覆うと共に犠牲層に達するエッチング用の貫通孔を有する光学薄膜を形成する工程と、貫通孔を通してエッチングすることにより犠牲層を選択的に除去し、光学薄膜に、可動部と、間隙部を囲むように可動部の周縁を一様に支持する支持部とを形成する工程とを含むものである。

【0020】

本発明による光スイッチング素子は、基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、光学薄膜の基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体と、この光学多層構造体の間隙部の光学的な大きさを変化させるための駆動手段とを備え、光学薄膜が、可動部と、間隙部を囲むように可動部の周縁を一様に支持する支持部とを有するものである。

【0021】

本発明による画像表示装置は、1次元または2次元に配列された複数の光スイッチング素子に光を照射することで2次元画像を表示するものであって、光スイッチング素子は、基板上に光の干渉現象を起こし得る大きさの間隙部を間にして架橋構造の光学薄膜を有し、光学薄膜の基板方向への変位に応じて、入射した光の反射、透過あるいは吸収の量を変化させる光学多層構造体と、この光学多層構造体の間隙部の光学的な大きさを変化させるための駆動手段とを備え、かつ、光学薄膜が、可動部と、間隙部を囲むように可動部の周縁を一様に支持する支持部とを有するものである。

【0022】

本発明による光学多層構造体およびその製造方法では、光学薄膜の支持部が可動部の周縁を一様に支持し間隙部全体を囲むようにしたので、光学薄膜が特定方向に歪む現象が効果的に防止される。

【0023】

本発明による光スイッチング素子では、駆動手段によって、光学多層構造体の周縁が一様に支持された可動部が変位し、間隙部の光学的な大きさが変化することにより、入射光に対してスイッチング動作がなされる。

【0024】

本発明による画像表示装置では、1次元あるいは2次元に配列された本発明の複数の光スイッチング素子に対して光が照射されることによって2次元画像が表示される。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0026】

【第1の実施の形態】

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る光学多層構造体1の基本的な構成を表すものである。なお、この光学多層構造体1は具体的には例えば光スイッチング素子として用いられ、この光スイッチング素子を複数個1次元のアレイ状に配列することにより画像表示装置を構成することができる。

【0027】

本実施の形態の光学多層構造体1は、透明ガラスや透明プラスチックなどの非金属の透明材料からなる基板10の上に、この基板10に接する導電層11と、光の干渉現象を起こし得る大きさを有すると共にその大きさを変化させることのできる間隙部12、および可動部を有する光学薄膜13をこの順で配設して構成したものである。

【0028】

導電層11は複数の層からなる複合層でもよく、また下部電極の機能も有するので、その材質としては、酸化チタン(TiO_2) ($n_1 = 2.4$)、窒化珪素

(Si_3N_4) ($n_1 = 2.0$) , 酸化亜鉛 (ZnO) ($n_1 = 2.0$) , 酸化ニオブ (Nb_2O_5) ($n_1 = 2.2$) , 酸化タンタル (Ta_2O_5) ($n_1 = 2.1$) , 酸化珪素 (SiO) ($n_1 = 2.0$) などの誘電体と、酸化スズ (SnO_2) ($n_1 = 2.0$) , ITO (Indium-Tin Oxide) ($n_1 = 2.0$) やその他の金属、窒化物、カーボンなどの導電材料との組み合わせも考えられる。

【0029】

間隙部12は、図示しない駆動手段によって、その大きさ（導電層11と光学薄膜13との間隔）が可変である。間隙部12を埋める媒体は、透明であれば気体でも液体でもよい。気体としては、例えば、空気（ナトリウムD線（589.3 nm）に対する屈折率 $n_D = 1.0$ ）、窒素 (N_2) ($n_D = 1.0$) など、液体としては、水 ($n_D = 1.333$)、シリコーンオイル ($n_D = 1.4 \sim 1.7$)、エチルアルコール ($n_D = 1.3618$)、グリセリン ($n_D = 1.4730$)、ジョードメタン ($n_D = 1.737$) などが挙げられる。なお、間隙部12を真空状態とすることもできる。

【0030】

光学薄膜13は、その可動部の平面形状が例えば矩形であり、その4辺における各側壁が支持部13A, 13B, 13C, 13Dとなっている。この光学薄膜13の可動部13Eには、後述する犠牲層エッティング工程においてエッチャントを犠牲層に到達させるための貫通孔14A, 14B, 14C, 14Dが4隅に設けられている。なお、この貫通孔の数は任意である。

【0031】

この光学薄膜13は、例えば窒化珪素 (Si_3N_4) ($n_1 = 2.0$) , 酸化珪素 (SiO_2) ($n_2 = 1.46$) , 酸化ビスマス (Bi_2O_3) ($n_2 = 1.91$) , フッ化マグネシウム (MgF_2) ($n_2 = 1.38$) , アルミナ (Al_2O_3) ($n_2 = 1.67$) 等により形成される。

【0032】

なお、この光学薄膜13は後述のように、例えば電圧の印加により上下に変位するもので、図示しないがITO (Indium-Tin Oxide; インジウムとスズの酸化物混合膜) 等の電極が形成されるものである。

【0033】

なお、前述のように導電層11は単層でも複合層でもよいが、光学薄膜13もまた、単層でもよいし、互いに光学的特性の異なる2以上の層で構成された複合層としてもよい。

【0034】

上記間隙部12を有する光学多層構造体1は、図2ないし図4に示した製造プロセスにより作製することができる。まず、図2(A)に示したように例えば透明ガラスからなる基板10の上に、例えばスパッタリング法により、一部ITOを含むとともにTiO₂からなる導電層11を形成し、次いで、図2(B)に示したように例えばCVD(Chemical Vapor Deposition:化学的気相成長)法により犠牲層としての非晶質シリコン(a-Si)膜12Aを形成する。続いて、図2(C)に示したように、間隙部12のパターン形状を有するフォトレジスト膜15を形成し、図2(D)に示したようにこのフォトレジスト膜15をマスクとして、例えばRIE(Reactive Ion Etching)により非晶質シリコン(a-Si)膜12Aを選択的に除去する。

【0035】

次に、図3(A)に示したようにフォトレジスト膜15を除去した後、図3(B)に示したように例えばスパッタリング法によりBi₂O₃からなる光学薄膜13を形成する。次いで、図3(C)に示したように、例えばCF₄ガスを用いたドライエッティングにより光学薄膜13を図1に示したような所定形状に成形すると共に、貫通孔14A～14Dを形成する。最後に、例えばXeF₂をエッチャントとして用いたドライエッティングにより貫通孔14A～14Dを通じて非晶質シリコン(a-Si)膜12Aを除去する。これにより、図4に示したように内部に間隙部12を備えた光学多層構造体1を作製することができる。

【0036】

本実施の形態の光学多層構造体1では、光学薄膜13の可動部13Eの4辺が支持部13A～13Dにより支持されているので、前述のように可動部13Eに等方的な引張応力を持たせた場合でも、その応力は4方向に均等に生じ、2辺で支持する構造の場合のように幅方向に歪むという現象が生ずることはない。従つ

て、簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することのできる光学多層構造体1を作製することができる。また、光学薄膜13の可動部13Eに設けられた貫通孔14A～14Dを通じて、エッチャントを犠牲層に接触させることができるので、簡単な工程で、歪みのない光学薄膜13を形成することが可能になる。従って、この光学多層構造体1を用いることにより、安定した高速応答が可能な光スイッチング素子および画像表示装置を実現することができる。

【0037】

〔変形例〕

以下、第1の実施の形態の変形例について説明する。上記実施の形態においては、光学薄膜13の4辺の側壁を支持部13A～13Dとして幅方向の歪みを防止する構造としたが、本変形例においては、さらに、図5に示したように、可動部13Eの4隅に対応する位置（角部）に切欠部25A, 25B, 25C, 25Dを設けたものである。これら切欠部25A～25Dを設けることにより、貫通孔14A～14Dと共に犠牲層エッチング工程においてエッチャントの犠牲層への到達を容易にし、かつ可動部13Eの4隅への応力の集中を防止することができる。

【0038】

更に、図6に示したように、光学薄膜13の可動部13Eの4隅の角部に切欠部15A～15Dを設けると共に、支持部13Cに開口部36A, 36B, 36C、支持部13Dに開口部36D, 36E, 36Fをそれぞれ設けるようにすることもできる。これにより、これら支持部13C, 13Dの開口部36A～36Fが可動部13Eの貫通孔14A～14Dおよび切欠部15A～15Dと共に犠牲層エッチングの窓部分となり、エッチング効率がさらに向上し、また、角部の切欠部15A～15Dにより応力集中を緩和することができる。

【0039】

なお、光学薄膜13の支持部13C, 13Dに設ける開口部の数は任意であり、また、支持部13A, 13Bにも開口部を設けるようにしてもよい。

【0040】

以下、本発明の他の実施の形態について説明する。なお、以下の実施の形態に

おいて、第1の実施の形態と同一構成部分については同一符号を付してその説明は省略する。

【0041】

〔第2の実施の形態〕

本実施の形態では、図7に示したように、光学薄膜43における可動部43Bの平面形状が円形であり、その周縁部の側壁が支持部43Aとなっている。なお、可動部43Bの平面形状は、円形に限らず、橢円形状、矩形の2辺を曲線とした形状等の曲線を含む形状とすることもできる。光学薄膜43の可動部43Bには、犠牲層エッティング工程においてエッチャントを犠牲層に到達させるための貫通孔44A、44B、44C、44Dが設けられている。

【0042】

本実施の形態では、光学薄膜43の平面形状が円形であるので、可動部43Bの特定の位置に応力が局部的に集中することはなく、第1の実施の形態と同様に、簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することができる光学多層構造体を作製することができる。

【0043】

なお、本実施の形態においても、図5または図6と同様に、光学薄膜43の支持部43Aの適宜の個所に切欠部または開口部を設けて犠牲層エッティング工程の効率をより高めることができる。

【0044】

〔第3の実施の形態〕

本実施の形態では、図8に示したように、矩形状の光学薄膜53における4辺の支持部53A、53B、53C、53Dが、第1の実施の形態のように導電層11に対して垂直ではなく、例えば30°程度傾斜しており、その膜厚が可動部53Eと実質的に同じになっている。光学薄膜53は上述のようにCVD法や蒸着法により成膜され、その際、成膜される粒子は基板に垂直な方向から進入する確率が高く、支持部53A～53Dが垂直であると、粒子の進入は少なく、その膜厚は可動部53Eに比べて薄くなり、強度が弱くなる。これに対して、本実施の形態においては、支持部53A～53Dを下地に対して傾斜させたことにより

、基板に対して垂直成分の成膜レートが高い場合であっても、支持部53A～53Dの膜厚を十分に取ることができ、支持部53A～53Dの強度を向上させることができる。

【0045】

なお、これら支持部53A～53Dのうち、例えば支持部53Aには開口部55A、支持部53Bには開口部55Bをそれぞれ形成することにより、犠牲層エッチング工程においてエッチャントの犠牲層への到達をさらに促進することができる。但し、開口部55A、55Bは必ずしも設ける必要はない。

【0046】

上記光学多層構造体5は、図9ないし図11に示した製造プロセスにより作製することができる。まず、図9(A)に示したように例えば透明ガラスからなる基板10の上に、例えばスパッタリング法により、一部ITOを含むとともにTiO₂からなる導電層11を形成し、次いで、図9(B)に示したように例えばプラズマCVD法により犠牲層としての非晶質シリコン(a-Si)膜12Aを形成する。続いて、図9(C)に示したように、間隙部12のパターン形状を有するフォトレジスト膜15を形成し、図9(D)に示したようにこのフォトレジスト膜15をマスクとして、例えばSF₆またはCF₄とO₂とを用いたドライエッチングにより非晶質シリコン膜12Aを選択的に除去する。その際、非晶質シリコン膜12Aと共にフォトレジスト膜15もエッチングされる。このとき、非晶質シリコン膜12Aがやや薄くなると共に、フォトレジスト膜15の側面15Aがテーパ形状となる。エッチングが進行するにつれ、図10(A)に示したように、フォトレジスト膜15の側面15Aだけでなく非晶質シリコン膜12Aの側面12Bも傾斜する。最終的には、図10(B)に示したように、フォトレジスト膜15の側面15Aおよび非晶質シリコン膜12Aの側面12Bが傾斜したアイランド状となる。

【0047】

次に、図10(C)に示したようにフォトレジスト膜15を除去した後、図11(A)に示したように例えばスパッタリング法によりBi₂O₃からなる光学薄膜53を形成する。次いで、図11(B)に示したように、例えばCF₄ガス

を用いたドライエッティングにより光学薄膜53を図8に示したような所定形状に成形すると共に、貫通孔14A～14D、開口部55A, 55Bを形成する。最後に、例えばXeF₂をエッチャントとして用いたドライエッティングにより非晶質シリコン膜12Aを除去する。これにより、図11(C)に示したように間隙部12を備えた光学多層構造体5を作製することができる。

【0048】

本実施の形態の光学多層構造体5では、光学薄膜53の支持部53A～53Dが下地に対して傾斜して形成されているので、支持部53A～53Dの強度を高めることができ、支持部53A～53Dの機能、すなわち光学薄膜53が特定方向に歪む現象を防止する機能を一層強化することができる。従って、簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することのできる光学多層構造体5を作製することができる。また、光学薄膜53に設けられた貫通孔14A～14Dおよび開口部55A, 55Bを通じて、エッチャントを犠牲層に容易に接触させることができるので、簡単な工程で、幅方向の歪みのない光学薄膜53を形成することができる。よって、この光学多層構造体5を用いることにより、安定した高速応答が可能な光スイッチング素子および画像表示装置を実現することができる。

【0049】

〔光スイッチング装置〕

【0050】

図12および図13は、例えば上記第1の実施の形態に係る光学多層構造体(図5参照)を用いた光スイッチング装置200の構成を表すものである。この光スイッチング装置200は、例えば透明ガラスからなる図示しない基板上に複数(図では4個)の光スイッチング素子200A～200Dを二次元アレイ状に配設したものである。なお、2次元に限らず、1次元に配列した構成としてもよい。また、光スイッチング装置200を構成する光学多層構造体は、前述のその他の構造の光学多層構造体を用いてもよい。

【0051】

この光スイッチング装置200では、例えば透明ガラスからなる図示しない基

板の表面に互いに絶縁された複数の導電層201が形成されている。各導電層201上には、複数の光学薄膜203が配設されている。導電層201と光学薄膜203との間には、スイッチング動作（オン・オフ）に応じてその大きさが変化する間隙部202（図13参照）が設けられている。間隙部202の光学膜厚は、入射光の波長（ $\lambda = 550\text{ nm}$ ）に対しては、例えば「 $\lambda/4$ 」（137.5 nm）と「0」との間で変化するようになっている。

【0052】

光スイッチング素子200A～200Dは、導電層201および光学薄膜203への電圧印加による電位差で生じた静電引力によって、間隙部202の光学膜厚を、例えば「 $\lambda/4$ 」と「0」との間で切り替える。図13では、光スイッチング素子200A, 200Cが間隙部202が「0」の状態（すなわち、低反射状態）を示し、光スイッチング素子200B, 200Dが間隙部202が「 $\lambda/4$ 」の状態（すなわち、高反射状態）を示している。なお、導電層201および光学薄膜203と電圧印加装置（図示せず）とにより、本発明の「駆動手段」を構成している。

【0053】

この光スイッチング装置200では、導電層201を接地して電位を0Vとし、光学薄膜203に例えば+12Vの電圧を印加すると、その電位差により導電層201、光学薄膜203間に静電引力が発生し、図13の光スイッチング素子200Aに示したように導電層201と光学薄膜203とがほぼ密着し、間隙部202が「0」の状態となる。この状態では、入射光P₁は上記多層構造体を透過し、更に基板を通過して透過光P₂となる。

【0054】

次に、光学薄膜203を接地させ電位を0Vにすると、導電層201と光学薄膜203と間の静電引力がなくなり、図13の光スイッチング素子200Bに示したように導電層201と光学薄膜203との間が離間して、間隙部202が「 $\lambda/4$ 」の状態となる。この状態では、入射光P₁は反射され、反射光P₃となる。

【0055】

このようにして、本実施の形態では、光スイッチング素子200A～200D各々において、入射光P₁を静電力により間隙部を2値に切り替えることによつて、透過光P₂および反射光P₃の2方向に切り替えて取り出すことができる。勿論、前述のように間隙部の大きさを連続的に変化させることにより、入射光P₁を透過光P₂から反射光P₃に連続的に切り替えることも可能である。

【0056】

これら光スイッチング素子200A～200Dでは、光学薄膜203の可動部の4辺がそれぞれ支持部203A, 203B, 203C, 203Dにより支持されているため、光学薄膜203が特定方向に歪むことがない。よって、安定した高速応答が可能な表示用のライトバルブを実現することができる。

【0057】

加えて、本実施の形態では、1ピクセルに複数の光スイッチング素子を割り当てれば、それぞれ独立に駆動可能であるため、画像表示装置として画像表示の階調表示を行う場合に、時分割による方法だけではなく、面積による階調表示も可能である。

【0058】

なお、図12の例ではこれら光スイッチング素子200A～200Dを互いに離間して配置しているが、隣り合う可動部が支持部を共有するようにして例えば障子の枠に貼った障子紙のような構成にすれば、これら光スイッチング素子は近接して、開口率を上げることができる。

【0059】

【画像表示装置】

図14は、上記光スイッチング装置200を用いた画像表示装置の一例として、プロジェクションディスプレイの構成を表すものである。ここでは、光スイッチング素子200A～200Dからの反射光P₃を画像表示に使用する例について説明する。

【0060】

このプロジェクションディスプレイは、赤(R), 緑(G), 青(B)各色のレーザからなる光源300A, 300B, 300Cと、各光源に対応して設けら

れた光スイッチング素子アレイ301A, 301B, 301C、ダイクロイックミラー302A, 302B, 302C、プロジェクションレンズ303、1軸スキャナとしてのガルバノミラー304および投射スクリーン305を備えている。なお、3原色は、赤緑青の他、シアン、マゼンダ、イエローとしてもよい。スイッチング素子アレイ301A, 301B, 301Cはそれぞれ、上記スイッチング素子を紙面に対して垂直な方向に複数、必要画素数分、例えば1000個を1次元に配列したものであり、これによりライトバルブを構成している。

【0061】

このプロジェクションディスプレイでは、RGB各色の光源300A, 300B, 300Cから出た光は、それぞれ光スイッチング素子アレイ301A, 301B, 301Cに入射される。なお、この入射角は偏光の影響がでないように、なるべく0に近くし、垂直に入射させるようにすることが好ましい。各光スイッチング素子からの反射光P₃は、ダイクロイックミラー302A, 302B, 302Cによりプロジェクションレンズ303に集光される。プロジェクションレンズ303で集光された光は、ガルバノミラー304によりスキャンされ、投射スクリーン305上に2次元の画像として投影される。

【0062】

このように、このプロジェクションディスプレイでは、複数個の光スイッチング素子を1次元に配列し、RGBの光をそれぞれ照射し、スイッチング後の光を1軸スキャナにより走査することによって、2次元画像を表示することができる。

【0063】

また、本実施の形態では、光スイッチング素子アレイ300A～300Cの各々を構成する光スイッチング素子として、本発明に係る光学多層構造体を用いているので、前述のように光学薄膜の可動部の4辺が支持部（側壁）によって支持されており、光学薄膜が特定方向に歪む現象が防止される。よって、安定した高速応答が可能なプロジェクションディスプレイを実現することができる。

【0064】

以上実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施

の形態および変形例に限定されるものではなく、種々変形可能である。例えば、上記実施の形態では、光源としてレーザを用いて一次元アレイ状のライトバルブを走査する構成のディスプレイについて説明したが、図15に示したように、二次元状に配列された光スイッチング装置306に白色光源307からの光を照射して投射スクリーン308に画像の表示を行う構成とすることもできる。なお、光源としてはその他発光ダイオード等を用いるようにしてもよい。

【0065】

また、上記実施の形態では、光学多層構造体の駆動手段として静電気を用いる例について説明したが、その他、圧電素子を用いる方法や磁力を利用する方法なども適用可能である。磁力を利用する方法としては、例えば、光学薄膜の上に、光の入射する位置に開口部を有する磁性層を設ける一方、基板の下部に電磁コイルを設け、この電磁コイルのオン・オフの切り替えにより、間隙部の大きさを例えば「 $\lambda/4$ 」と「0」との間で切り替え、これにより反射率を変化させる方法が考えられる。

【0066】

また、上記実施の形態では、基板として透明ガラス基板を用いる例について説明したが、不透明な基板を用いてもよい。また、導電層11、201は、透明でも不透明でもよい。さらに、図16に示したように、例えば厚さ2mm以内の柔軟性を有する（フレキシブルな）基板309を用いたペーパー状のディスプレイとし、直視により画像を見る能够ないようにしてよい。

【0067】

更に、上記実施の形態では、本発明の光学多層構造体をディスプレイに用いた例について説明したが、例えば光プリンタに用いて感光性ドラムへの画像の描きこみをする等、ディスプレイ以外の光プリンタなどの各種デバイスにも適用することも可能である。

【0068】

【発明の効果】

以上説明したように請求項1ないし12のいずれか1に記載の光学多層構造体、請求項13または14に記載の光学多層構造体の製造方法、および請求項15

または16に記載の光スイッチング素子によれば、可動部を有する光学薄膜において可動部の周縁を支持部において一様に支持するようにしたので、光学薄膜が特定方向に歪む現象を防止することができ、安定した高速応答が可能になるという効果を奏する。

【0069】

特に、請求項5記載の光学多層構造体によれば、光学薄膜の支持部が下地としての基板の表面や導電層に対して傾斜しているので、支持部の強度が向上する。

【0070】

また、特に、請求項6記載の光学多層構造体、または請求項13記載の光学多層構造体の製造方法によれば、光学薄膜の可動部または支持部の少なくとも一方に犠牲層に達する貫通孔を形成するようにしたので、エッチャントを容易に犠牲層に到達させることができ、エッチング効率を向上させることができる。

【0071】

さらに、特に、請求項7記載の光学多層構造体によれば、光学薄膜の角部に対応する位置に切欠部を形成するようにしたので、光学薄膜の可動部が矩形の場合に、4隅に応力が集中するのを防止することができる。

【0072】

また、請求項17記載の画像表示装置によれば、本発明の光学多層構造体を用いた光スイッチング素子を1次元または2次元に配列し、この1次元または2次元アレイ構造の光スイッチング装置を用いて画像表示を行うようにしたので、安定した高速応答が可能な画像表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係る光学多層構造体の構成を、一部を切り欠いて表す斜視図である。

【図2】

図1に示した光学多層構造体の製造工程を説明するための断面図である。

【図3】

図2の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】

図3の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】

第1の実施の形態の変形例に係る光学多層構造体の構成を表す斜視図である。

【図6】

第1の実施の形態の他の変形例に係る光学多層構造体の構成を表す斜視図である。

【図7】

本発明の第2の実施の形態に係る光学多層構造体の構成を、一部を切り欠いて示す斜視図である。

【図8】

本発明の第3の実施の形態に係る光学多層構造体の構成を表す斜視図である。

【図9】

図8に示した光学多層構造体の製造工程を説明するための断面図である。

【図10】

図9の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図11】

図10の工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図12】

第1の実施の形態の変形例に係る光学多層構造体を用いて構成した光スイッチング装置の一例の構成を表す平面図である。

【図13】

図12のA-A線に沿った断面図である。

【図14】

ディスプレイの一例の構成を表す図である。

【図15】

ディスプレイの他の例を表す図である。

【図16】

ペーパー状ディスプレイの構成図である。

【図17】

本出願人が先に出願した光スイッチング装置の一例の構成を表す図である。

【図18】

図17に示した光スイッチング装置における光学多層構造体の一例の構成を表す図である。

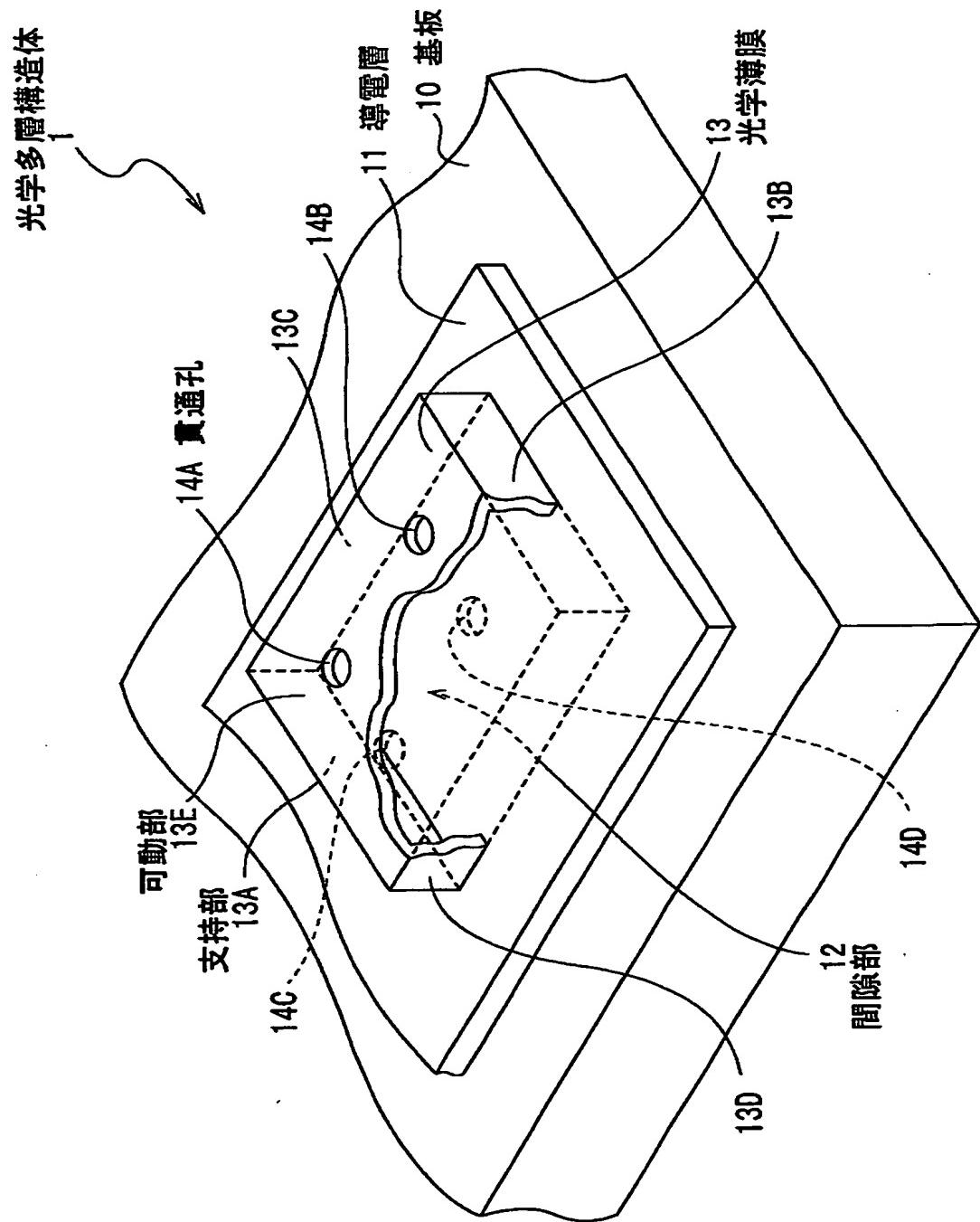
【符号の説明】

1, 5…光学多層構造体、10…基板、11, 201…導電層、12, 202…間隙部、13, 43, 53, 203…光学薄膜、100, 200…光スイッチング装置、13A～13D, 43A, 53A～53D…支持部、14A～14D, 44A～44D…貫通孔、15A～15D…切欠部、36A～36F, 55A, 55B…開口部

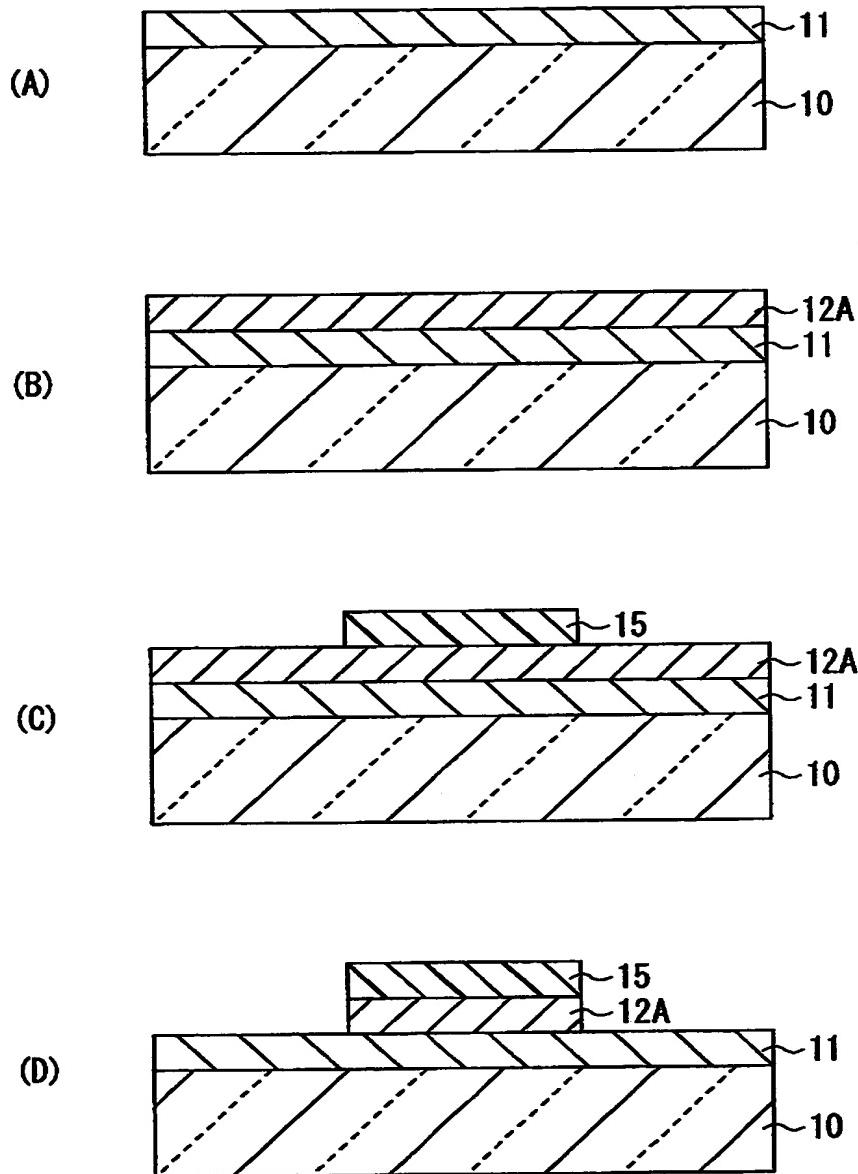
【書類名】

図面

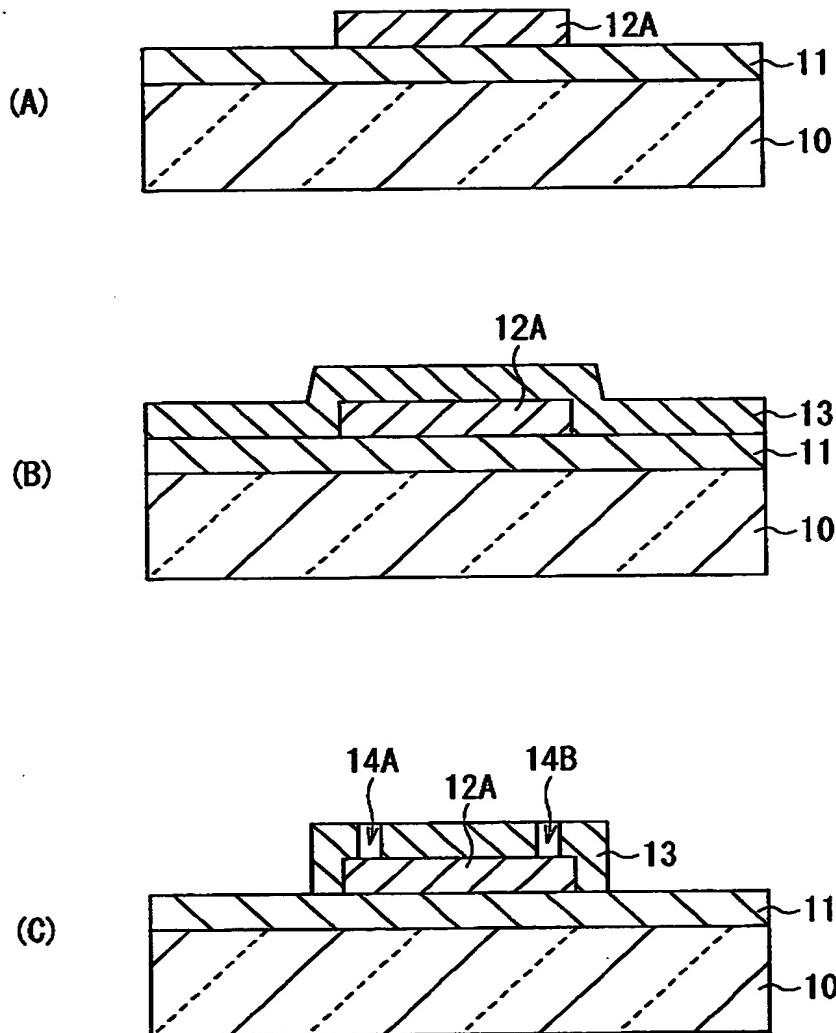
【図1】



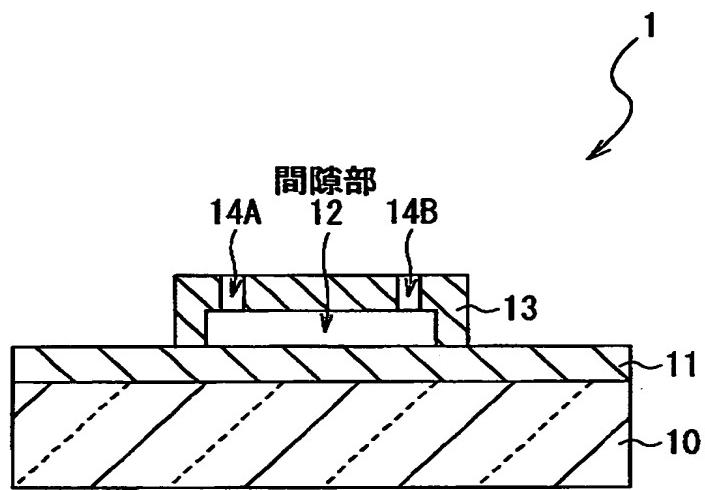
【図2】



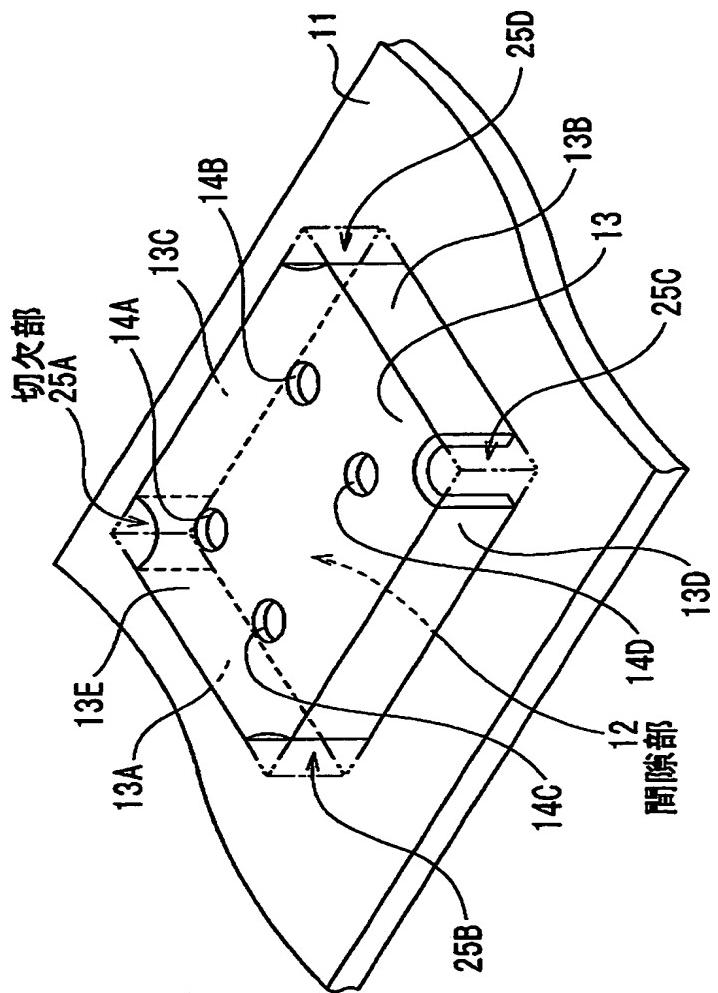
【図3】



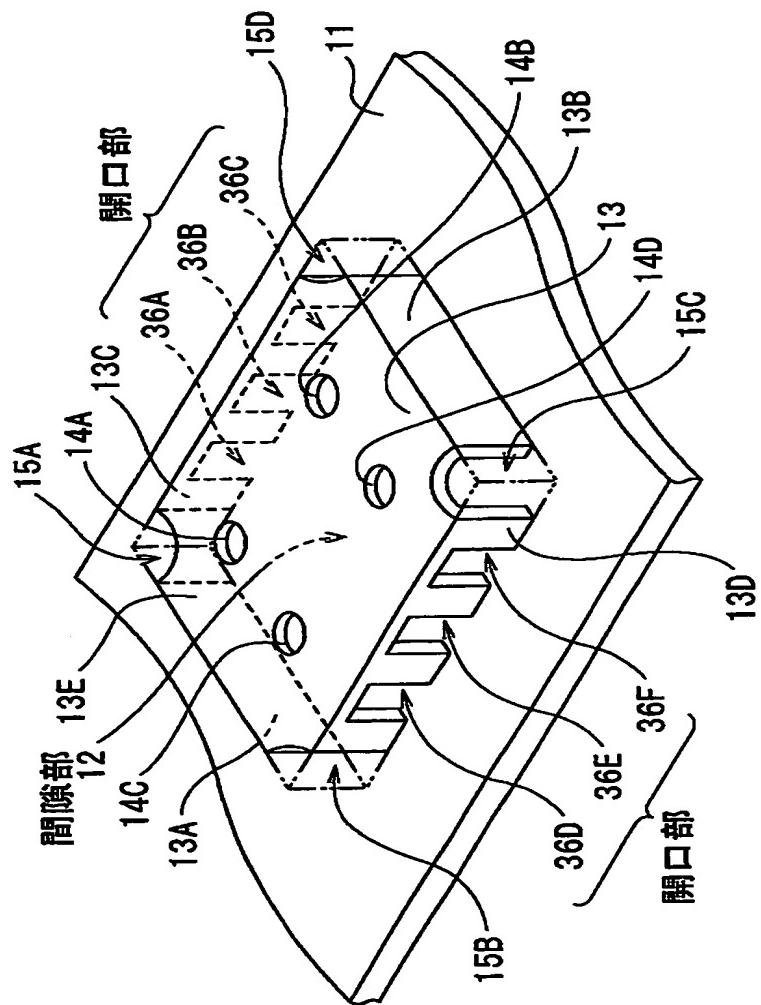
【図4】



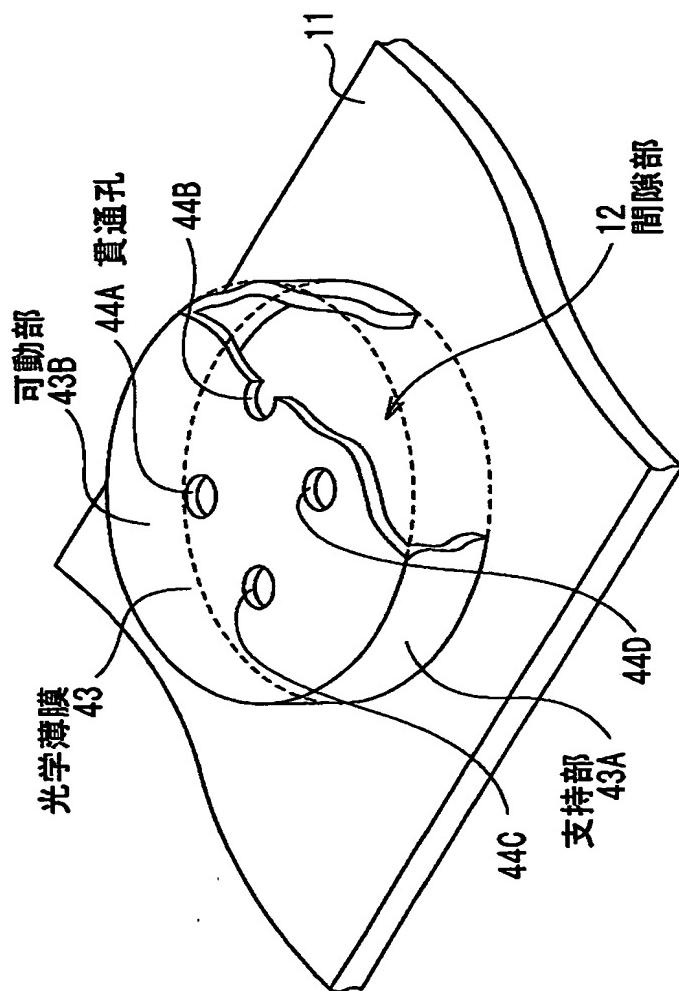
【図5】



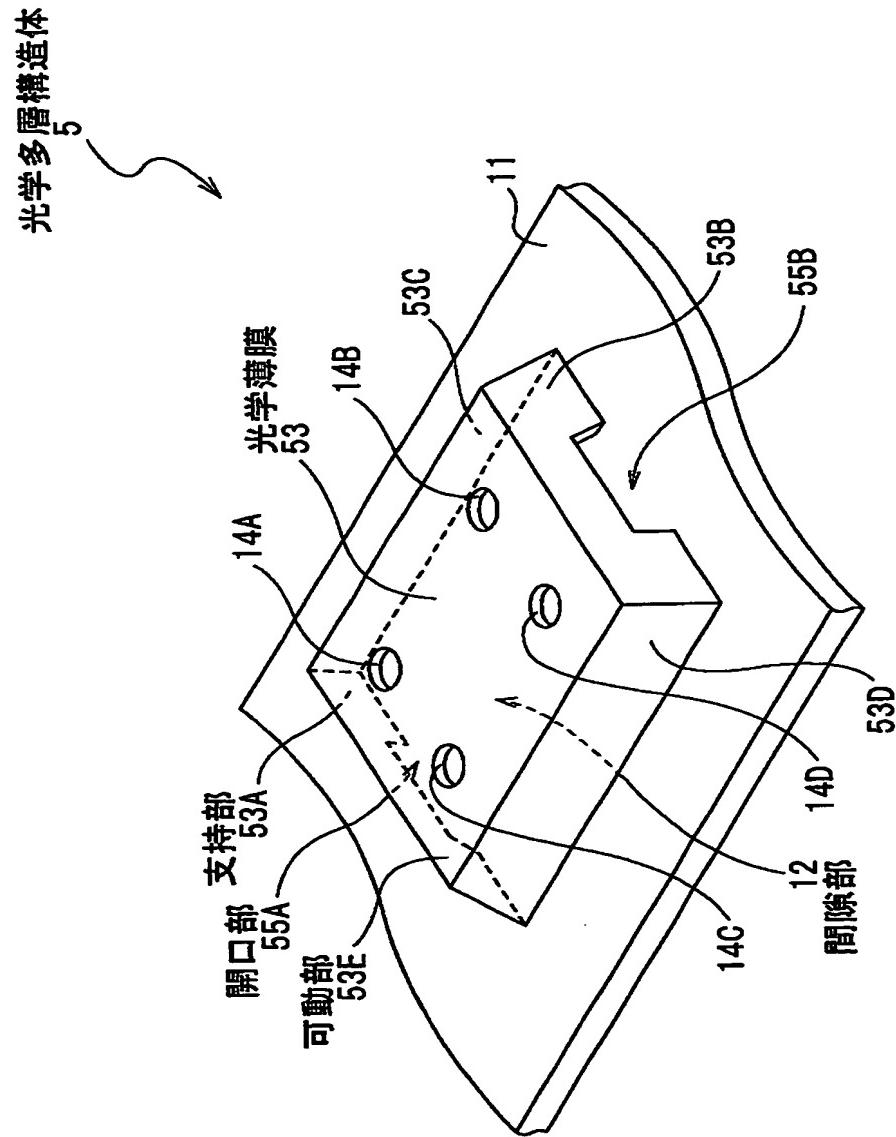
【図6】



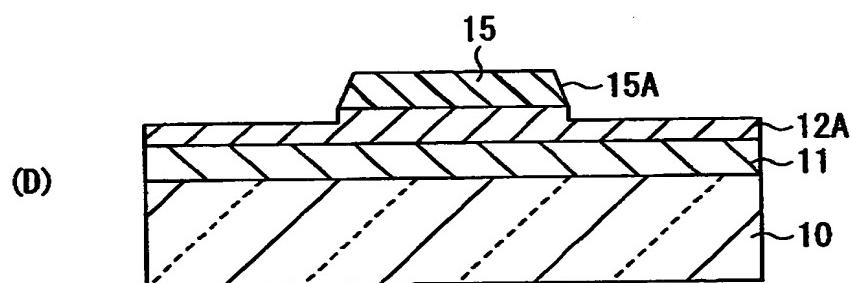
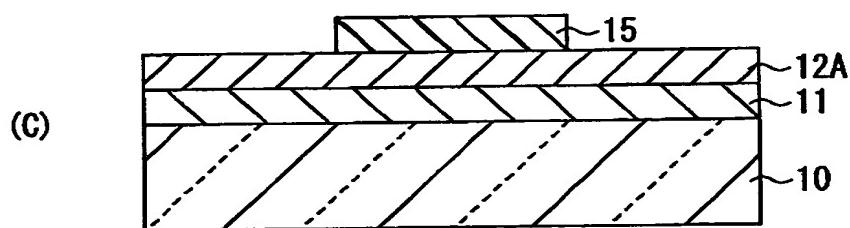
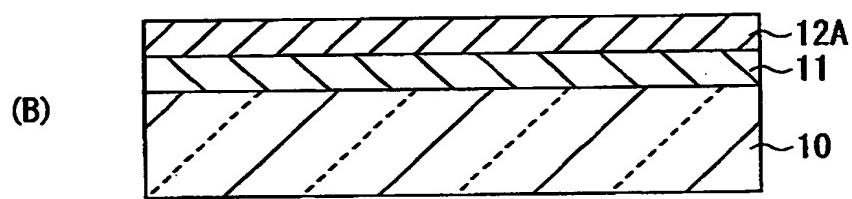
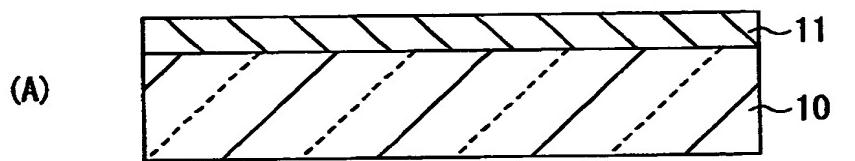
【図7】



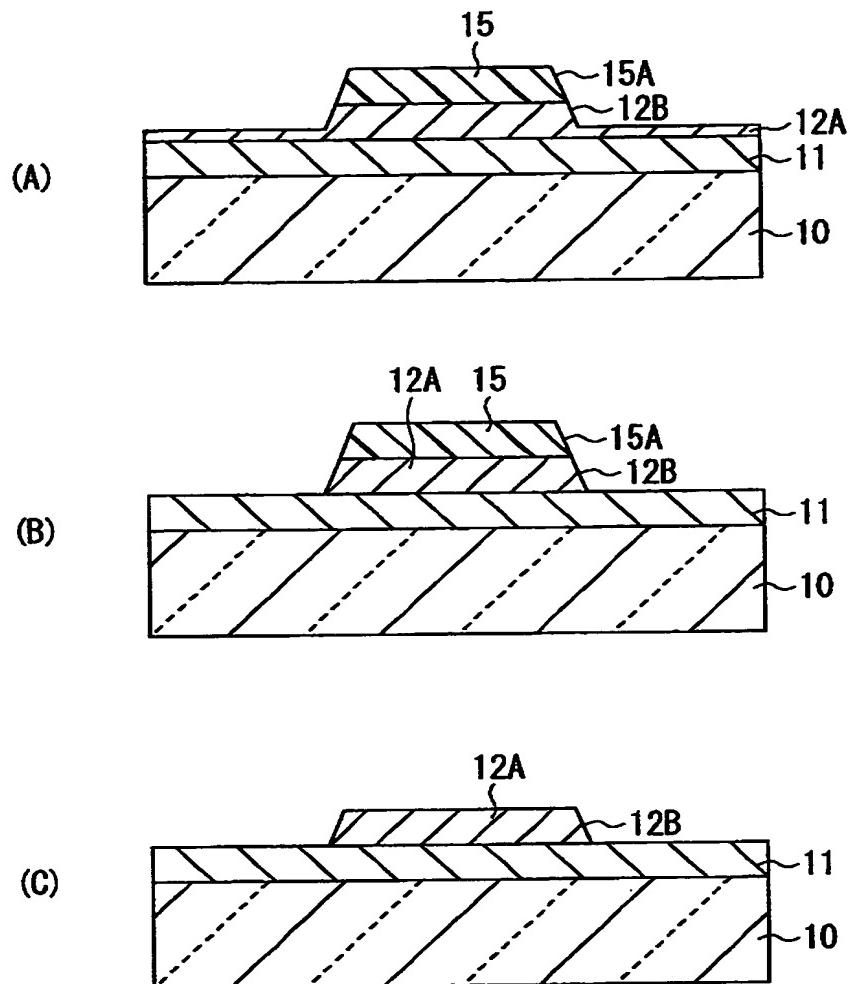
【図8】



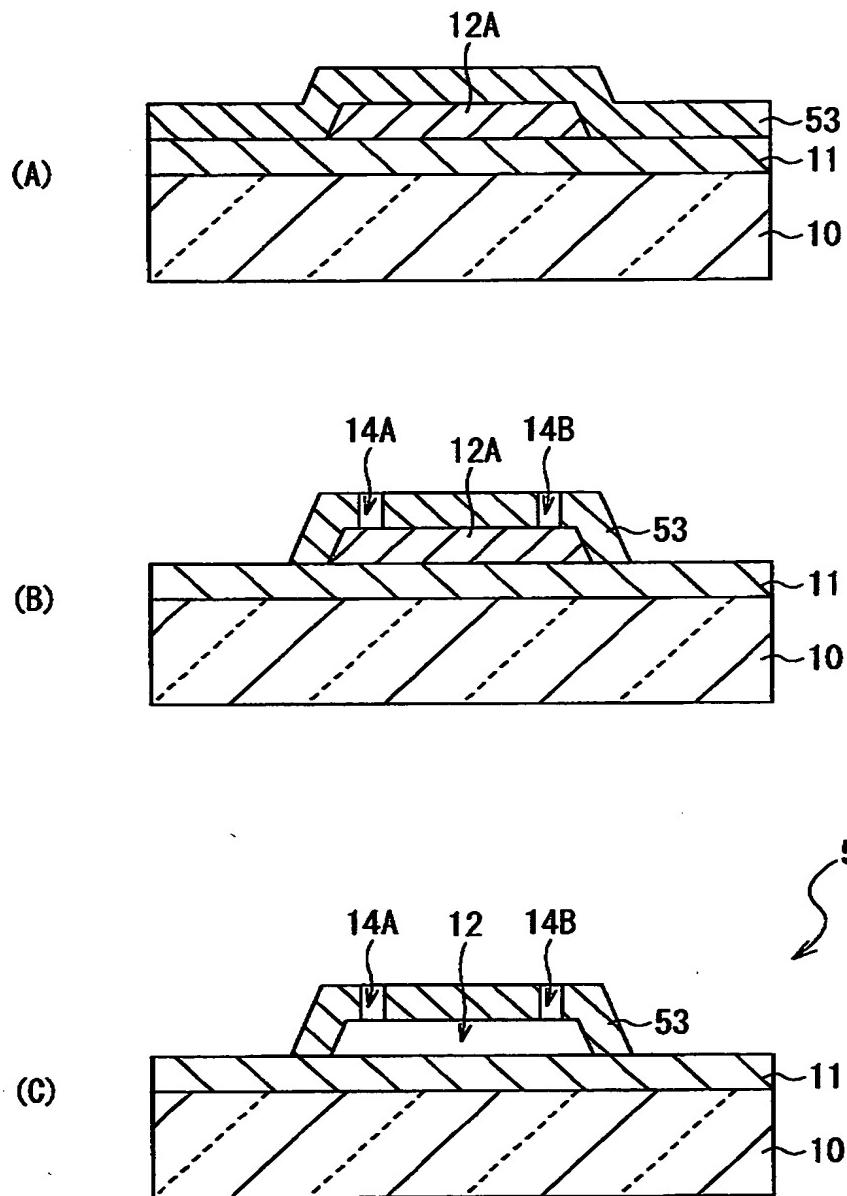
【図9】



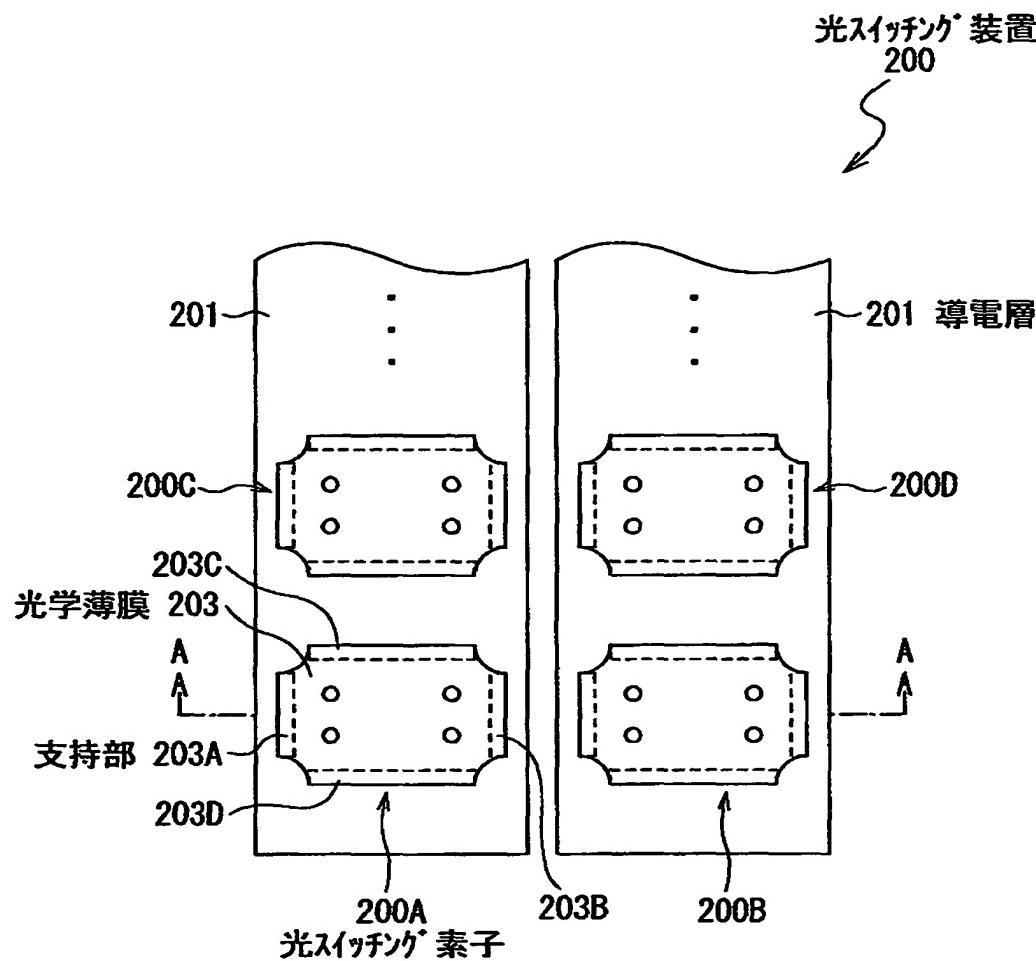
【図10】



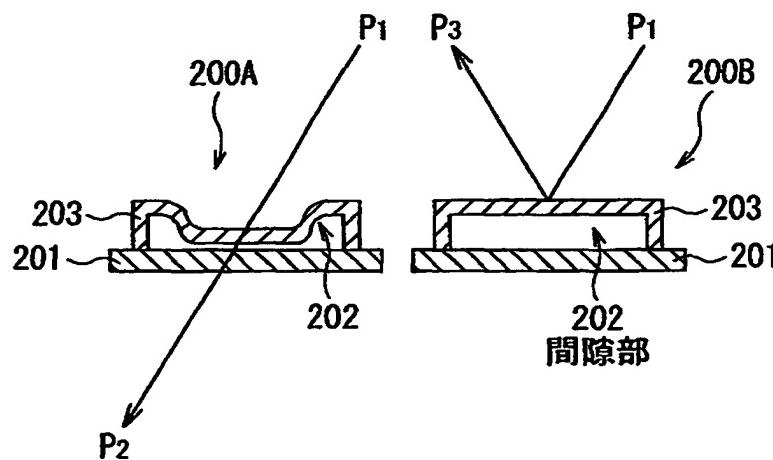
【図11】



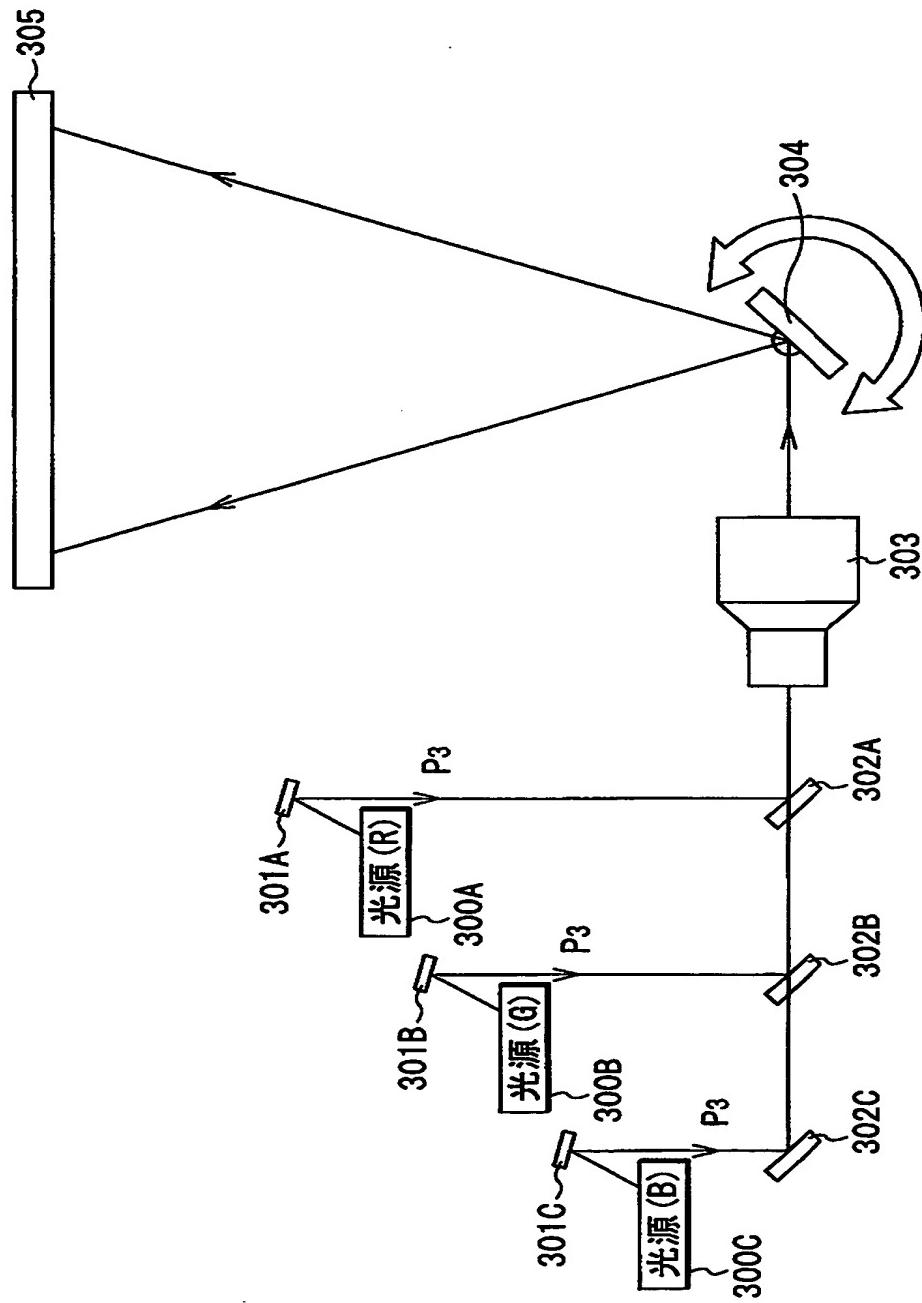
【図12】



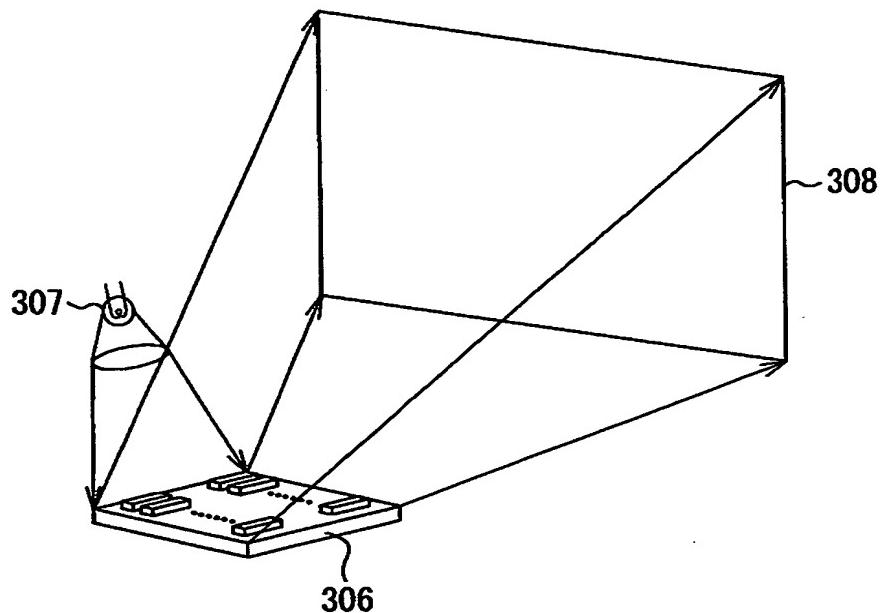
【図13】



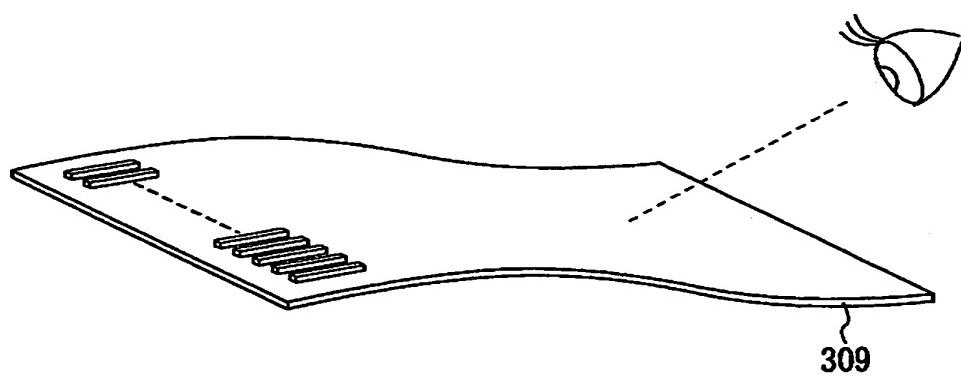
【図14】



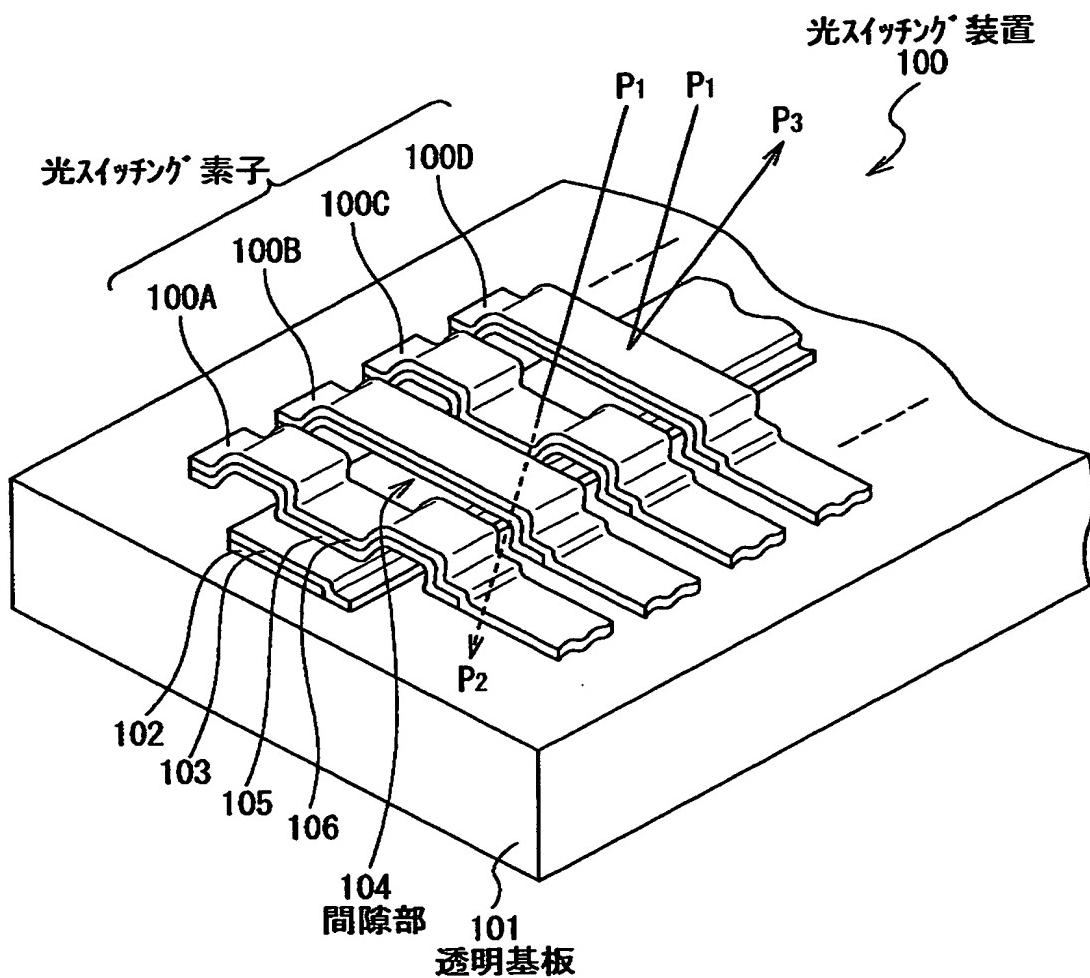
【図15】



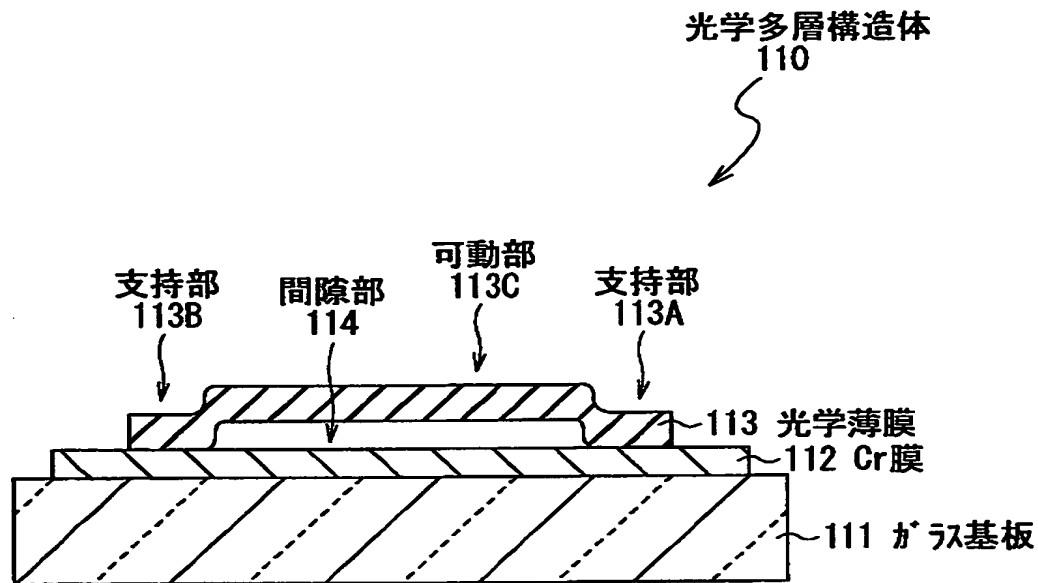
【図16】



【図17】



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構成で、内部応力に起因する歪みの発生を抑制することができ
、画像表示装置に好適に用いることができる光学多層構造体を提供する。

【構成】 光学多層構造体1は、基板10の上に、この基板10に接する導電層
11、光の干渉現象を起こし得る大きさを有すると共にその大きさが変化する間
隙部12、および光学薄膜13をこの順で配設した構造を有する。光学薄膜13
の可動部13Eは、その周縁が支持部13A、13B、13C、13Dにより一
様に支持されており、内部応力に起因する歪みの発生が抑制される。可動部13
Eには、貫通孔14A、14B、14C、14Dが形成されており、犠牲層エッ
チングにより隙部12を形成する場合にエッチャントが容易に犠牲層に到達す
る。

【選択図】 図1

特2001-003001

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社